

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

BE

(11)Publication number : 2001-134541

(43)Date of publication of application : 18.05.2001

(51)Int.Cl.

G06F 15/16
G06F 9/46
G06F 15/177

(21)Application number : 11-316103

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 05.11.1999

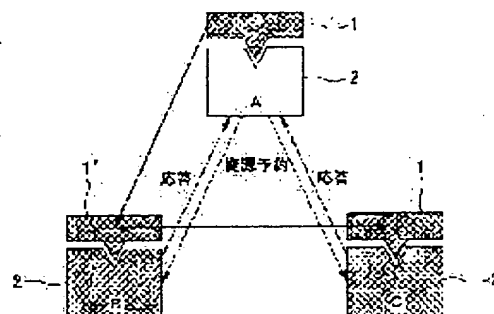
(72)Inventor : YOSHIDA MASAOMI

(54) AGENT SYSTEM AND METHOD FOR MOVING MOBILE AGENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a moving method for a mobile agent which can move to a specific movement destination without being ceased or locked since it is unable to move halfway when moving to routes in order.

SOLUTION: This is the moving method which moves the mobile agent between nodes along a specific route and, for example, a generated mobile agent 1 is moved in the route of A, B, and C. Prior to the start of the movement, all nodes as movement destinations of the mobile agent are information of resource reservations for the mobile agent. After all the nodes confirm (answers) the reservations of resources, the mobile agent is moved to the starting movement-destination node B.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-134541

(P2001-134541A)

(43)公開日 平成13年5月18日(2001.5.18)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
G 0 6 F 15/16	6 2 0	G 0 6 F 15/16	6 2 0 W 5 B 0 4 5
9/46	3 6 0	9/46	3 6 0 C 5 B 0 9 8
15/177	6 8 2	15/177	6 8 2 F

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願平11-316103

(22)出願日 平成11年11月5日(1999.11.5)

(71)出願人 000002945

オムロン株式会社

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
801番地

(72)発明者 吉田 政臣

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ
ムロン株式会社内

(74)代理人 100092598

弁理士 松井 伸一

Fターム(参考) 5B045 EE01 EE17 GG01

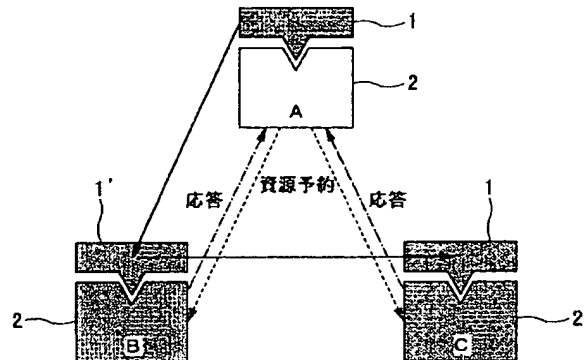
5B098 AA10 GA01 GA08 GD03 GD06
GD12 GD20

(54)【発明の名称】 エージェントシステム及びモバイルエージェントの移動方法

(57)【要約】

【課題】 複数の経路へ順に移動する場合に、途中で移動できずにそのモバイルエージェントが消滅やロック等が発生することなく所定の移動先に移動することのできるモバイルエージェントの移動方法を提供すること

【解決手段】 複数のノード間を所定の経路にしたがってモバイルエージェントを移動させるモバイルエージェントの移動方法であり、生成されたモバイルエージェント1を、A→B→Cの経路にしたがって移動するものとする。まず、移動開始するに先立ち、モバイルエージェントの移動先の全てのノードに対し、モバイルエージェントのための資源予約を通知する。そして、全てのノードで資源の予約がされたことを確認(応答)した後、モバイルエージェントを最初の移動先ノードBに移動させる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ネットワークを介して接続された複数のノード間を所定の経路にしたがってモバイルエージェントを移動させるモバイルエージェントの移動方法であって、

生成されたモバイルエージェントを前記所定の経路にしたがって移動開始するに先立ち、前記モバイルエージェントの移動先の全てのノードに対し直接または間接的に通信し、前記モバイルエージェントのための資源を予約する処理を実行し、

次いで、前記全てのノードで前記資源の予約がされたことを確認した後、前記モバイルエージェントを最初の移動先ノードに移動させることを特徴とするモバイルエージェントの移動方法。

【請求項2】 前記予約をするに際し、前記資源を確保しておく時間を指定し、

前記予約を受けたノードでは、前記指定された時間は前記予約した資源について他のエージェントの利用を禁止するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のモバイルエージェントの移動方法。

【請求項3】 ネットワークを介して接続された複数のノード間を移動するモバイルエージェントを生成するエージェントシステムであって、

前記モバイルエージェントの移動先の全てのノードに対し、前記モバイルエージェントのための資源を予約するための通知を発する手段と、

前記全てのノードで前記資源の予約がされたことを条件に、前記モバイルエージェントを最初の移動先ノードに移動させる移動手段とを備えたことを特徴とするエージェントシステム。

【請求項4】 前記予約するための通知を発するに際し、前記資源を確保しておく時間を併せて通知する機能を設けたことを特徴とする請求項3に記載のエージェントシステム。

【請求項5】 ネットワークを介して接続された複数のノード間を所定の経路にしたがってモバイルエージェントを移動させるモバイルエージェントの移動方法であって、

生成されたモバイルエージェントを前記所定の経路にしたがって移動開始するに先立ち、前記モバイルエージェントのための資源を予約する予約エージェントを生成し、

次いで、その予約エージェントを、前記モバイルエージェントの移動先の全てのノードに対して周回させてそのノードの前記資源を予約し、

前記全てのノードで前記資源の予約がされたことを確認した後、前記モバイルエージェントを最初の移動先ノードに移動させることを特徴とするモバイルエージェントの移動方法。

【請求項6】 ネットワークを介して接続された複数の

2

ノード間を移動するモバイルエージェントを生成するエージェントシステムであって、

前記モバイルエージェントのための資源を予約する予約エージェントを生成する手段と、

前記生成した予約エージェントを前記モバイルエージェントの移動先の全てのノードに対して周回させるために、所定のノードに移動させる手段と、

前記全てのノードで前記資源の予約がされたことを条件に、前記モバイルエージェントを最初の移動先ノードに移動させる移動手段とを備えたことを特徴とするエージェントシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、エージェントシステム及びモバイルエージェントの移動方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ネットワークに接続されたノード（装置）間を、自律的に移動しつつ、所定の動作を行うモバイルエージェントがある。このモバイルエージェントは、予めプログラミングによって内部に格納された移動経路情報にしたがって、定められた固定ルートを順次移動するものである。そして、モバイルエージェントは、通常、移動先の状態を確認しないまま移動する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来のモバイルエージェントの移動方法では、以下に示す問題を有する。すなわち、移動先の状態がわからないままモバイルエージェントが送られるので、例えば、その移動先の装置がメンテナンスなどのためにネットワークに接続していなかったり、装置自体が稼働していない場合や、さらには、仮に稼働していたとしても、他のエージェントがすでにその移動先の装置内に格納され、実行している等、移動先の資源が使えない場合には、移動したモバイルエージェントは復元されずにエラー処理となる。

【0004】従って、複数の経路へ順に移動する場合、モバイルエージェントが生成元を離れたあとに次の経路の資源が確保できないことが起こり得る。このような場合、モバイルエージェントは移動先が変更できないとすると、そのモバイルエージェントの消滅や、ロックの発生を引き起こすため、移動予定の全ノード（装置）への安全な移動の保証ができない。

【0005】また、上記問題を解決するため、従来、特開平11-149426号公報に開示された発明がある。この発明は、予め指定された順序にしたがってモバイルエージェントが自律的に移動するに際し、移動先のノードの障害が検知された場合にはその順序にしたがい移動先以外のノード（コンピュータ）に移動するようにしている。

【0006】また、別の発明としては、特開平10-340257号公報に開示された発明も有る。この発明は、予め指定された順序にしたがってエージェントが自律的に移動するに際し、移動先のノードの障害が検知された場合には、そのエージェントを一時保管領域に貯える。そして、本来の移動先のノードが正常に復帰した際に、一時保管領域に一時保持されたエージェントがその移動先のノードに移動するようにしている。

【0007】上記した2つの発明では、エラーになってモバイルエージェントが消滅したり、ロックが発生することは防止できる。しかし、例えば単にメッセージ（情報）を各ノードに送る場合には前者の方式でもさほど問題がないが、例えば、あるノードで処理を実行後、その処理結果をふまえて次のノードに移動するとともに所定の処理をするような場合には、対応できない。さらには、予め指定された全てのノードに対して情報を送れないと、意味のない情報のような場合には、やはり、1つでも飛ばしてモバイルエージェントが移動することは好ましくない。

【0008】また、後者の発明では、予め設定した経路にしたがって全てのノードに対してモバイルエージェントが移動できるものの、送信開始から最終的に全てのノードに移動するまでに要する時間が一定でなく、通信開始から終了までの間にかかる時間が保証できない。従って、上記2つの発明では、予め定めた経路を所定の時間内で移動することを保証できない。

【0009】この発明は、上記した背景に鑑みてなされたもので、複数の経路へ順に移動する場合に、モバイルエージェントが生成元を離れたあと、途中で移動できずにそのモバイルエージェントが消滅やロック等が発生することなく所定の移動先に移動する確率が高くできるエージェントシステム及びモバイルエージェントの移動方法を提供することを目的とする。つまり、上記した2つの先願発明とは別の手法により問題点を解決するものである。さらに、この発明は、予め定めた移動経路の順にしたがって確実にしかも所定の時間内で移動できるエージェントシステム及びモバイルエージェントの移動方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】この発明によるモバイルエージェントの移動方法では、ネットワークを介して接続された複数のノード間を所定の経路にしたがってモバイルエージェントを移動させるモバイルエージェントの移動方法であって、生成されたモバイルエージェントを前記所定の経路にしたがって移動開始するに先立ち、前記モバイルエージェントの移動先の全てのノードに対し直接または間接的に通信し、前記モバイルエージェントのための資源を予約する処理を実行し、次いで、前記全てのノードで前記資源の予約がされたことを確認した後、前記モバイルエージェントを最初の移動先ノードに

移動させるものである。

【0011】ネットワークの接続・構築方法は、有線、無線のいずれの通信回線を用いてもよいし、それらを混在させても良い。また、「直接通信」とは、例えばマルチキャストなどにより、モバイルエージェントの生成元から全てのノードに対して直接通信することを意味する。また、「間接的に通信」とは、例えばユニキャストなどにより、一部のノードに対する通信は、他のノードを介して行うことを意味する。

10 【0012】一方、「ノード」は、実施の形態では、「移動先のエージェントシステム」とも称しており、また、通信機器、制御機器等の用語を用いて表現することもできる。要は、モバイルエージェントを受け取り、そのモバイルエージェントを実行することができる機能を有するものであれば、その称呼はなんでも良い。

20 【0013】また、「モバイルエージェントのための資源」は、モバイルエージェントが移動してくるのを受け取るとともに、そのモバイルエージェントが動作するために必要な領域（プログラム領域、メモリ容量等）や、通信帯域などのことを指す。さらに、「資源の予約」は、「資源の確保」等という用語を用いて表現することもできる。

【0014】また、上記した移動方法の発明を実施するのに適したエージェントシステムの発明としては、ネットワークを介して接続された複数のノード間を移動するモバイルエージェントを生成するエージェントシステムであって、前記モバイルエージェントの移動先の全てのノードに対し、前記モバイルエージェントのための資源を予約するための通知を発する手段と、前記全てのノードで前記資源の予約がされたことを条件に、前記モバイルエージェントを最初の移動先ノードに移動させる移動手段とを備えて構成できる。

30 【0015】ここで言う「モバイルエージェント」は、移動方法の発明におけるモバイルエージェントの生成元に対応する。また、「通知を発する手段」は実施の形態ではシステム間通信部2cに対応し、「移動手段」は実施の形態では、移動コード変換部2dに対応する。

【0016】上記した各発明によると、移動予定の全てのノードに対し、モバイルエージェントのための資源が予約された後、最初の移動先に向けてモバイルエージェントが移動する。そして、基本的には以後所定の経路の順に前記モバイルエージェントが移動することになる。一方、1つでも資源予約ができないノードがあると、モバイルエージェントは移動しない。従って、モバイルエージェントが移動を開始したということは、移動先のノードの各資源が予約されているので、ノードが故障等することがなければ、途中で移動できずにそのモバイルエージェントが消滅したり、ロック等が発生することはなく所定の移動先に移動することができる。

50 【0017】移動方法の発明の一実施態様においては、

前記予約をするに際し、前記資源を確保しておく時間を指定し、前記予約を受けたノードでは、前記指定された時間は前記予約した資源について他のエージェントの利用を禁止するようにできる。そして、係る方法を実施するために適した生成元のエージェントシステムとしては、前記予約するための通知を発するに際し、前記資源を確保しておく時間を併せて通知する機能を設けることである。

【0018】「他のエージェント」は、移動するモバイルエージェントの場合と、移動しないエージェントの両者を含む。また、「他のエージェントの利用を禁止」とは、少なくとも予約した資源を利用することを禁止することである。したがって、例えばノードの資源が豊富で、予約した資源以外の資源を利用して他のエージェントの実行が可能な場合には、それまでを禁止するものではない。もちろん、係る行為を禁止しても良い。

【0019】このようにすると、モバイルエージェントの移動や、処理の実行に要する時間を想定して上記通知する時間を設定すると、予約した資源が他のエージェントに使われることがないので、確実にモバイルエージェントが移動できる。

【0020】なお、通知された時間経過後に資源を解放する機能を付加した場合には、必要以上に資源を確保することを抑制でき、資源の有効利用ができる。また、資源の解放としては、上記した時間経過（タイムアウト）に限ることはなく、別途解放通知が来たならば、設定された時間を経過に関係なく解放するようにしても良い。

【0021】一方、この発明の移動方法としては、上記以外に、ネットワークを介して接続された複数のノード間を所定の経路にしたがってモバイルエージェントを移動させるモバイルエージェントの移動方法であって、生成されたモバイルエージェントを前記所定の経路にしたがって移動開始するに先立ち、前記モバイルエージェントのための資源を予約する予約エージェントを生成し、次いで、その予約エージェントを、前記モバイルエージェントの移動先の全てのノードに対して周回させてそのノードの前記資源を予約し、前記全てのノードで前記資源の予約がされたことを確認した後、前記モバイルエージェントを最初の移動先ノードに移動させることもできる。

【0022】そして、係る移動方法を実施するのに適したエージェントシステムとしては、ネットワークを介して接続された複数のノード間を移動するモバイルエージェントを生成するエージェントシステムであって、前記モバイルエージェントのための資源を予約する予約エージェントを生成する手段と、前記生成した予約エージェントを前記モバイルエージェントの移動先の全てのノードに対して周回させるために、所定のノードに移動させる手段と、前記全てのノードで前記資源の予約がされたことを条件に、前記モバイルエージェントを最初の移動

先ノードに移動させる移動手段とを備えることである。

【0023】この発明によれば、各ノードに対する資源の予約を予約エージェントによって実行している。このように、資源の予約の仕方は、通常のノード間（システム間）通信でもよいし、エージェントを利用しても同様の作用効果が期待できる。

【0024】また、上記した各発明において、生成したモバイルエージェントが資源予約の要、不要を表す属性を保持するようにしてもよい。その場合には、まず、モバイルエージェントの生成元（エージェントシステム）がモバイルエージェントの持つ属性により資源予約の要、不要を判別し、必要なものについて上記した各発明を実行することができる。このようにすると、予約の不要なものは、資源予約をするための処理が不要で、迅速な処理ができる。

【0025】

【発明の実施の形態】図1、図2は、本発明に係るモバイルエージェントの移動方法の一実施の形態を示している。図1に示すように、本実施の形態では、ネットワークを介して複数のノードA～Cが接続されており、予め設定されている目的地までの移動経路にしたがってモバイルエージェント1が移動するに際し、まず、移動経路のリスト先（移動先）へ資源確保（資源予約）を行い、モバイルエージェント経路を確保する。そして、確保できたことを開始条件として、実際にモバイルエージェント1のノード間の移動を開始するようにする。

【0026】そして、上記資源確保（予約）は、モバイルエージェントが動作するための資源（プログラム領域、通信帯域等）をそのモバイルエージェントが使用するために確保し、他のエージェント等が当該資源を使用できないようにすることである。従って、仮に移動経路にある全てのノード（装置）に資源確保ができれば、モバイルエージェントは、移動先の資源不足や、装置の故障などによりその途中で移動できなくなるようなことはなく、確実に移動できる。しかも、移動先には順次スムーズに移動できる（移動待ちがない）ので、所望の時間内で移動が完了する。

【0027】この各ノードで資源を確保するには、各移動先の各ノードに対し、移動可能かどうか、つまり、モバイルエージェントが動作するための空き資源（プログラム領域、通信帯域など）が有るか否かの問い合わせ（資源予約の通知）をし、空き資源が有る場合には、資源確保（予約）をする。

【0028】具体例を示すと、図1に示すように、ノードA、B、Cには、モバイルエージェント1を生成したり、他のノードとの間でシステム間通信をしたりモバイルエージェント1を移動させたり、受け取ったモバイルエージェント1の目的処理を実行したりするなど各種の動作・制御を行うエージェントシステム2を備えている。

【0029】いま、ノードAで生成したモバイルエージェント1を、A→B→Cのノードへ順に移動するように設定されているとする。すると、ノードAのエージェントシステム2は、移動先のノードB、Cに対し、モバイルエージェント用の空きがあるか否かの問い合わせ（資源予約通知）をする。そして、全てのノードB、Cのエージェントシステム2から、移動許可（資源可）の通知を受け取ったか否かを判断する（図2：ST1）。

【0030】そして、全てのノードが資源可の場合には、モバイルエージェント用の空き資源があると判断し、モバイルエージェントが移動し（ST2）、その移動先のエージェントシステム2でモバイルエージェントが生成される（ST3）。一方、少なくとも1つのエージェントシステムからでも資源不可（空き容量等なし）となると、待機、エラーとなり（ST4）、生成元のノードAからモバイルエージェントが移動しない。

【0031】これにより、移動途中での移動の失敗やロックが発生する可能性のある場合には移動自体を行わず、また、移動開始した場合には、移動予定の全てのノードで資源予約されているので、途中で止まることなく確実に目的地まで必要な経路を通過して移動できる。つまり、移動途中でのエージェントの移動の失敗、ロックの回避を行い、安全な移動の確立と移動の保証を行うことができる。

【0032】次に、上記した方法を実施するためのエージェントシステムについての具体的な実施の形態（第1の実施の形態）を説明する。図3に示すように、本形態で生成されるモバイルエージェントは、エージェント自体の本来の処理を実行するためのプログラムを備えた目的処理部1aと、資源確保（予約）するための情報を格納したテーブル1bを有している。目的処理部1aには、移動先のノードの順番を格納した移動経路情報も格納する。

【0033】テーブル1bは、資源予約が必要か否かを区別する属性と、移動先のノードが何回移動するかを格納する経路情報と、その移動先から送られる資源予約の可否の情報を格納する予約フラグを関連付けたテーブルとなっている。すなわち、本形態では、モバイルエージェントは、本発明のように予め移動先のノード（エージェントシステム）に対して資源予約をした後、移動開始し、確実に移動先に所定の順路で移動させる必要があるものと、途中で消失等しても問題がないモバイルエージェントがある。そこで、消失等しても問題がないものにまで逐一資源予約の問い合わせをすると、その問い合わせとそれに対する応答が煩雑でスムーズな移動ができなくなる。そこで、属性として「要予約」か「予約不要」かを弁別する情報を属性情報として保持させるようにした。

【0034】また、経路情報は、移動するノードを特定する移動経路と、そのノードに移動してくる回数である

移動回数を対応付けた情報である。これは、資源予約を解放するために用いる情報で、後述するように移動経路の欄に格納された移動先のノードに移動してくると、対応する移動回数は1ずつデクリメントする。

【0035】従って、その移動回数の欄が「0」になると、その後にモバイルエージェントがその移動先に移動してくることがないので資源予約を解放することができない。換言すると、移動回数の欄が「1」以上のときには、その後に再度モバイルエージェントが移動してくることを意味するので、資源予約の状態を保持する。このようにすることにより、不必要になったらすぐに資源予約を解放し、次のモバイルエージェントの移動に備えることができ、効率よく資源予約並びに解放をすることができる。

【0036】予約フラグの欄は、移動先から資源予約許可（資源可）の通知を受けると「ON」となり、資源不可の通知を受けると「OFF」となる。また、初期値は「OFF」とする。従って、全ての移動先に対する予約フラグが「ON」になると、初めて生成元からモバイルエージェントの移動開始が可能となる。

【0037】次に、上記構成のモバイルエージェント1に対する各種処理を実行するエージェントシステム2について説明する。このエージェントシステム2は、生成元のエージェントシステム2'と、受け手である移動先のエージェントシステム2''で機能が異なる。便宜上図3では各エージェントシステム2'、2''に分けて表示しているが、図示のように一方の機能のみを有する場合もあれば、両方の機能を兼ね揃えたものもある。また、以下の説明において特に区別する必要がない場合には、符号「2」を使用し、生成元と移動先を区別する場合には、それぞれ符号「2'」、「2''」に分けて使用する。

【0038】まず、生成元のエージェントシステム2'では、上記したモバイルエージェント1を生成するエージェント生成部2aと、生成されたモバイルエージェント1のテーブル1bの持つ属性から、経路確保（資源予約）の要、不要を判別し、必要な場合にはシステム間通信部2cを介して資源予約するための必要な処理を実行させる資源管理部2bと、他のノードのエージェントシステム2''との間で、資源予約のための通信を行うシステム間通信部2cと、モバイルエージェント1を移動するために、所定の移動コードに変換する移動コード変換部2dとを備えている。

【0039】エージェント生成部2aは、目的処理部1aを生成する処理は従来と同様であり、またテーブル1bを作成する処理も作成するデータ（テーブル）は従来ない構成部分であるが、経路情報は目的処理部1aに組み込まれた移動経路にしたがって、その移動経路と移動回数を取得し、さらに、属性はモバイルエージェントの処理内容に応じて予め設定しておくことにより生成でき

10

20

30

40

50

る。

【0040】システム間通信部2cは、送受信する情報（予約通知、予約可否応答）は後述するように新規であるが、通信するためのアルゴリズム自体は従来と同様である。さらに、エージェントの移動コード変換部2dも従来と同様であるので、その詳細な説明を省略する。

【0041】資源管理部2bは、上記したようにテーブル1bの持つ属性から、経路確保（資源予約）の要、不要を判別する機能と、移動先のノード（システムエージェント2''）からの応答（資源許可／資源不可）に応じて、テーブル1bの予約フラグを更新する機能を備える。またシステム間通信部2cは、モバイルエージェントが保持する移動先経路リストのノード全てと通信し、資源予約をする機能（実際の通信処理はシステム間通信部2cを介して行われる）と、さらに、本形態では、上記資源予約時に、資源の確保時間を通知する機能と、資源予約済みの経路に対し移動しなくなった場合に資源解放を対象ノードへ通知する機能も備えている。なお、上記した資源管理部2bとシステム間通信部2cに備えた各機能は、上記した格納例に限らず、各機能の振り分けは適宜変更できるし、一方のみに全ての機能を格納しても良い。

【0042】具体的な処理としては、図4に示すフローチャートのようになる。同図に示すように、まず、生成し移動しようとするモバイルエージェントが、予約（資源予約）が必要なものであるか否かを判断する（ST11）。そして、予約が必要ない場合には、そのまま最初の移動先へモバイルエージェントの移動を行う（ST14）。

【0043】そして、予約が必要な場合には、資源予約をする機能を実行し、予約を通知する（ST12）。つまり、テーブル1bの経路情報に基づいて、各移動経路（移動先のノード：エージェントシステム2''）へ資源予約を通知する。すなわち、生成したモバイルエージェント1の大きさ（そのモバイルエージェントを受け取り実行するために必要な容量）と、資源を確保する規定時間（待ち時間）を通知する。この規定時間は、本形態では固定値（500msec）としたが、例えばモバイルエージェントの実行内容によって変更したり（実行する量が多いほど長くする）、移動するノード数（のべ回数）によって変更する（多いほど長くする）等、可変としても良い。

【0044】その後、全ての移動先ノードで資源予約が確保できたか否かを判断する（ST13）。つまり、資源予約を通知した移動先ノードからは、予約可、予約不可の通知・応答を受けるので、予約可を受信した場合には、テーブル1b内の予約確認フラグをONに設定する。予約不可を受信した場合には、予約確認フラグをOFFに設定する。そして、予約フラグが全てONの場合にはステップ13の分岐判断はYesとなり、モバイルエ

ージェントは移動を開始する（ST14）。

【0045】一方、予約フラグがOFFの経路がある場合には他のノードを指定するかノードの資源が確保できるのを待つ（ST15）。そして、上記ステップ11～13、15が資源管理部2bの機能であり、ステップ14はエージェントの移動コード変換部2dにより実行される。

【0046】一方、移動先のエージェントシステム2''は、図3に示すように、システム間通信部2c、エージェントの移動コード変換部2dを備えるとともに、その移動コード変換部2dを介して受信したデータに基づいてモバイルエージェントを復元するエージェント復元部2cを備えている。このエージェント復元部2cにより復元されることによりモバイルエージェントが生成され、移動が完了する。そして、移動コード変換部2dは、送られてきたモバイルエージェントを受信する機能と、次の移動先のノード（エージェントシステム2''）に対して送信する機能を有する。なお、係る機能（モバイルエージェント1の移動）は従来のものと同様である。

【0047】なお、移動元のエージェントシステム2（生成元のエージェントシステム2'と移動先のエージェントシステム2''が次の移動先へモバイルエージェントを移動した場合を含む）は、モバイルエージェントの移動が確認できた後に移動元のモバイルエージェントが利用していた資源を解放する機能も有する。

【0048】そして、上記した生成元のエージェントシステム2'からの問い合わせ（資源予約）に対し、以下の処理を行う機能を有する。すなわち、モバイルエージェントが動作するための空き資源（プログラム領域、通信帯域など）を指定時間内確保する機能と、予約資源を指定時間経過後解放する機能を有する。

【0049】具体的には、前記の資源を確保する機能としては図5に示すフローチャートを実現するようになっている。すなわち、まず生成元のエージェントシステム2'からの予約通知（資源予約通知）の受信を待ち（ST21）、受信があったならば自ノードの資源を確認し、資源確保可能か否か、つまり、モバイルエージェントが動作するための空き資源（プログラム領域、通信帯域など）があるか否かを判断する（ST22）。

【0050】そして、確保可能な場合には、資源を予約して資源確保する（ST23）。すなわち、例えば、図3に示すようなテーブル2fを設けておき、対応するモバイルエージェント（ID番号で管理）に対する資源フラグをONに設定することで他のエージェントの資源利用を禁止する。さらに、資源予約通知と一緒に送られてきた規定時間（待ち時間）情報を関連付けてテーブル2fに格納する。なお、本形態では、規定時間は固定値としていたため、生成元のエージェントシステム2'からは資源予約通知の際に規定時間を通知せず、移動先のエ

ージェントシステム2"側で資源予約通知を受信したならばその待ち時間(固定値)を格納するようにしてもよい。

【0051】次いで、タイマをスタートし、上記規定時間のカウントを開始する(ST24)とともに、資源予約先(生成元)へ予約可を通知する(ST25)。なお、ステップ22の分岐判断で、No(資源予約が不可能)な場合には、依頼元のエージェントシステム2'へ予約不可を通知する(ST26)。

【0052】一方、予約した資源を指定時間経過後に解放する機能としては、図6に示すフローチャートのようにになっている。まず、移動元(モバイルエージェントの生成元の場合もあれば、直前の移動先ノードの場合もある)のエージェントシステム2からモバイルエージェント(通信のためのコード変換されている)を受信すると、そのモバイルエージェントを復元する(ST31)。この復元自体はエージェント移動コード変換部2dで行う。

【0053】そして、移動先のエージェントシステム2'は、エージェントを復元する際に属性を読み込み、資源予約を受けたものの場合には、対応するエージェントの予約待ちタイマを停止する(ST32)。次いで、モバイルエージェントが有する経路情報を取得し、本ノードの移動回数を減算する(ST33~ST35)。一例を示すと、図3に示すモバイルエージェントの場合、経路1(ノード1)には全部で2回移動してくるようになっているので、最初にノード1で受信した場合には、現在の移動回数「2」から1を減算し、移動回数を「1」に更新した内容で次の移動先へモバイルエージェントを送信するようになる。

【0054】上記移動回数の減算後、自ノードにおけるモバイルエージェントの本来の目的処理の実行が終了するのを待つ(ST36)。そして、モバイルエージェントが目的処理を実行後、エージェントシステムが本ノードの移動回数を確認し(ST37)、0より大きい場合には、この後少なくとも1回は自ノードにモバイルエージェントが戻ってくるので、タイマを再始動し(ST38)、モバイルエージェントの持つ次の指定経路の予約フラグを確認し、移動処理を行う(ST40)。なお、タイマの再始動は、本形態では、設定された値で起動するようにしたが、ステップ32の処理で停止したタイマ値から再スタートするようにしてもよい。

【0055】一方、移動回数が0以下の場合(ST37の分岐判断でNo)には、ステップ39に飛び、モバイルエージェント1の持つ予約フラグ、経路情報をリストから削除し、ステップ40に進みモバイルエージェント1の移動を実行する。なお、本形態では経路情報をリストから削除したが、移動回数が0になっていれば、その移動先には再び行くことがないことがわかるので、特に削除しなくても良い。但し、削除した方がその後の移動

先でテーブル1bの経路情報をサーチする際に迅速な処理ができる。

【0056】その後、資源解放か否か、つまり、移動回数が0であったか否かを判断し(ST41)、解放可能なものに対しては、テーブル2fに格納された資源管理フラグをOFFにする。これにより、タイマ値に関係なく資源解放される。

【0057】なお、本形態では、予め移動先の各ノードに資源予約をし、全てのノードで資源確保されたことを確認の上、生成元のエージェントシステムからモバイルエージェントが移動開始するので、本来であれば全てのノードに所定の経路にしたがって移動する。しかし、何らかの理由により途中で移動が停止するおそれがあることを考慮し、タイムアウトによる資源解放機能を設けた。

【0058】つまり、例えば、モバイルエージェントの移動途中において移動先ノードの障害等に巻き込まれ、モバイルエージェントが資源予約時間(規定時間)以内に予約済みの経路へ到着できなかった場合、資源予約しているエージェントシステムは規定時間になると資源を解放する機能を持たせた。これにより、資源予約(資源確保)しつつ、他のモバイルエージェントの移動を抑制することがなくなる。そして、具体的には、図7に示すフローチャートを実現する機能を有するようになっている。

【0059】まず、移動先のノードのエージェントシステム2"は、図5に示すように資源予約通知を受け、資源予約をしたならばタイマを始動する。そこで、図7に示すように、エージェントの到着を待機する(ST51)。ここでエージェントが到着したならば、図6に示すフローチャートの処理をすることになるが、ここではタイムアウト、つまりエージェントが到着しない場合の処理であるので、次に資源解放通知を受信したか否かを判断する(ST52)。すなわち、後述するように、すでに何らかの理由により資源予約したモバイルエージェントが移動できなくなったことがわかると、移動経路先に「資源解放通知」が伝達されるので、係る解放通知を受信したか否かを判断し、受信していない場合にはステップ53に進みエージェントが指定時間内(規定時間:待ち時間)に到達したか否かを判断する(ST53)。具体的には、図5のステップ23や図6のステップ38で始動したタイマが所定時間計時したか否かにより判断する。

【0060】そして、資源解放通知を受信した(ステップ52でYes)か、或いはエージェントが到達しなかった(ステップ53でNo)場合には、自ノードが保有するテーブル2fの資源フラグをOFFにする(ST54)とともに、資源解放後(ST55)、資源解放したことをエージェント生成元のエージェントシステム2"へ通知する(ST56)。

【0061】なお、モバイルエージェントが移動途中で資源予約フラグがONの移動予定経路を通過しないと判断されたときには、上記自ノードにおける資源解放の通知とともに、モバイルエージェントのもつ経路情報をエージェントシステムに通知する。これを受けた生成元のシステムエージェントは、指定経路へ資源解放を通知する機能を持つ。この指定経路への資源解放の通知が、ステップ52で言う資源解放通知である。

【0062】次に、上記した装置を用いたモバイルエージェントの移動方法のより具体的な実施の形態を説明する。まず、経路資源の確保処理方法は、図8に示すように行われる。すなわち、モバイルエージェント1は、経路1→経路2の順で移動を予定しているものとする。すると、まず生成元のエージェントシステム2'は、モバイルエージェント1を生成する。このときのテーブル1bに格納する情報は、属性は「要予約」、経路情報としては経路リストが「経路1、経路2」となり、移動回数はともに「1」となり、予約フラグは初期状態として全て「OFF」となる。

【0063】次いで、システム間通信2cにより、生成元のエージェントシステム2'から経路1、経路2に資源予約と資源確保時間を通知する()。受信元(移動先)は、資源空きがあれば資源を確保(資源フラグをON)に設定し()、生成元のエージェントシステム2'に対して設定完了を通知(応答)する()。

【0064】この設定完了通知(資源可通知)を受けて、生成元のエージェントシステム2'は、テーブル1b内のモバイルエージェントの資源確保完了の経路に対応した予約フラグをONに設定する()。そして、全ての予約フラグがONになったならば、1番目の経路1に向けてモバイルエージェントを移動する()。

【0065】一方、資源解放処理方法は、図9、図10に示すようになる。まず、図9は、モバイルエージェントの移動に伴う解放方法を示した例である。この例では、前提として、モバイルエージェントを経路1→経路2→経路3→経路2の順で移動するものとする。つまり、経路2には、モバイルエージェントは合計2回移動してくることになる。また、図示の状態は、モバイルエージェント1が、経路1→経路2→経路3の順に進み、経路2に戻る直前の状態を示している。

【0066】まず、生成元のエージェントシステムから各経路1～3に対して資源予約をする。図から明らかなように、資源予約は、移動回数に関係なく経路リストに記録された各移動先ノード(経路)に対して1回ずつ行う。そして、生成元から経路1に移動すると()、経路1のエージェントシステム2''は、図6のステップ35を実行して経路1の移動回数を1減算する。よって、図示のように、経路1に対する移動回数が0になる。また、このように移動回数が0になることから、図6のステップ39にしたがい経路情報並びに予約フラグが削除

されるので、経路2に移動したとき()には、経路1についての情報が消失している。さらに、図6のステップ42を実行することにより、経路1のエージェントシステム2''のテーブル2f内の資源フラグはOFFになる。よって、経路1から経路2に移動した際に、経路1の資源は解放される。

【0067】また、経路1から経路2にモバイルエージェントが移動した場合には、経路2のエージェントシステム2''は、図6のステップ35を実行して経路2の移動回数を1減算する。よって、図示のように、経路2に対する移動回数が1になる。よって、移動回数は0よりも大きいのでタイマを再起動し、モバイルエージェント1を次の移動先(経路3)に移動する()。そして、モバイルエージェント1のテーブル1b内の経路2についての情報は削除せず、エージェントシステム2''内のテーブル2fの資源フラグもONのままとなる。つまり、モバイルエージェントが経路2から経路3へ移動する際には資源の解放は行わず、予約待ちタイマを再度開始する。

【0068】さらに、経路2から経路3に移動した際には、エージェント生成もとから経路1に移動したのと同様の処理を実行し、経路3にてモバイルエージェントの目的処理を実行するとともに、経路3に対する移動回数が0になるので経路情報並びに予約フラグを削除し、経路2に移動したとき()には、経路3についての情報が消失し、経路3のエージェントシステム2''のテーブル2f内の資源フラグはOFFになる。よって、経路3から経路2に移動した際に、経路3の資源は解放される。

【0069】タイムアウトによる資源解放処理方法は、図10に示すようになる。この例では、モバイルエージェントを経路1→経路2の順で移動することを予定する。そして、モバイルエージェント1が経路1に移動したところで経路1の障害に巻き込まれたとする。つまり、経路1から経路2へのモバイルエージェントの移動はできなくなる。

【0070】一方、経路2は、エージェント生成元から通知を受けた資源予約にしたがって、資源を確保し、タイマを起動している。よって、タイマで計時し待ち時間が0msとなっても、モバイルエージェントは移動してこないで、資源を解放(資源フラグをOFFに設定)する(図7のステップ53～55を実行)。その後、資源の解放をエージェント生成元のエージェントシステム2'に通知する(図7のステップ56を実行)。

【0071】図11から図14は、本発明の第2の実施の形態を示している。上記した実施の形態では、一度移動を開始すると、予め設定したい同経路の順にしたがって、各ノードを逐次移動していくが、本形態では、その移動途中で経路の変更をできるようにした。

【0072】具体的には、各移動先のエージェントシ

テム2"に、図11、図12に示すフローチャートを実現する機能(経路追加機能)を設けることになる。まず、前提として本形態で使用するモバイルエージェント1は、上記した第1の実施の形態と同様で、目的処理に加えて資源予約の要、不要を表す属性と、移動経路リストとその経路への移動回数及び予約確認フラグを持つ。

【0073】そして、経路確保の処理機能も第1の実施の形態と同じである。つまり、経路確保を必要とする場合に、エージェント生成元は経路リストに基づいて、各移動経路へ資源予約メッセージを発行し、移動先のエージェントシステム2"からの資源予約可通知を受けて、エージェントシステム2'はモバイルエージェント1の予約確認フラグをONに設定する。そして、全ての移動先ノードから許可通知を受信する(全ての予約フラグがON)と、モバイルエージェントの移動を開始する。

【0074】そこでまず本形態では、移動元(モバイルエージェントの生成元の場合もあれば、直前の移動先ノードの場合もある)のエージェントシステム2からモバイルエージェント(通信のためのコード変換されている)を受信すると、そのモバイルエージェントを復元する(ST61)。この復元自体はエージェント移動コード変換部2dで行う。そして、タイマを停止するとともに(ST62)、復元したモバイルエージェントから経路情報を取得し、エージェントの本来の目的処理の実行終了を待つ(ST63)。

【0075】次いで、経路追加情報が存在するか否かを判断する(ST64)。この経路追加情報は、例えばモバイルエージェントが目的処理を実行した結果新たに必要となる場合にモバイルエージェントが追加することなどにより生成される。そして、経路追加情報が存在する場合、つまり追加しようとする移動先(ノード:経路)がすでにモバイルエージェント1のテーブル1bの経路にすでに有るか否かを判断する(ST65)。

【0076】そして、経路がすでに存在している場合には、その経路に対応する移動回数を+nする(ST66)。ここでnは追加された移動回数であり、追加回数が1回であれば、nも1となる。また、経路情報が存在しない場合には、経路情報を追加する。このとき、予約フラグはOFFにする(ST67)。

【0077】次に、予約フラグがOFFの移動先ノード(経路)が存在するか否かを判断する(ST68)。そして、存在する場合には、その移動先ノードに対して資源予約を通知する(ST69)。この予約に関する手順は、生成元のモバイルエージェントと資源確保と同様のプロセスとなる。つまり、移動先から資源要求可通知が送られてきたか否かを判断し(ST70)、予約可の場合には、モバイルエージェントのもつ予約フラグをONに切り替える(ST71)。

【0078】そして、エージェントシステムは資源予約後、モバイルエージェントの持つ次の指定経路の予約フ

ラグを確認し(ST72)、ONとなっていれば移動を開始する(ST73)。さらに、移動回数が0の場合には、この移動後、資源を解放する(ST75)。また当該予約フラグがOFFの場合には、移動できないので、移動不可を生成元のエージェントシステムに送る(ST74)。なお、その他の構成並びに作用効果は上記した第1の実施の形態と同様であるのでその詳細な説明を省略する。

【0079】次に、上記した装置を用いたモバイルエージェントの移動方法の要部である移動先(経路)変更方法のより具体的な実施の形態を説明する。まず、新規経路リストの追加方法は、図13に示すように行われる。すなわち、モバイルエージェント1は、経路1→経路2の順で移動を予定しているものとする。そして、経路2でモバイルエージェントの処理実行後に新たに経路3に移動することを追加(経路全体では変更)するものとする。また、図示の状態では、モバイルエージェント1はすでに経路2まで移動し、そのモバイルエージェント1の目的処理を実行した状態を示している。

【0080】まず生成元のエージェントシステム2'は、モバイルエージェント1を生成する。このときのテーブル1bに格納する情報は、属性は「要予約」、経路情報としては経路リストが「経路1、経路2」となり、移動回数はともに「1」となり、予約フラグは初期状態として全て「OFF」となる。なお、図示の例ではすでに経路1、2から資源予約可の通知を受けているので、経路1、2の予約フラグは「ON」となっている。そして、モバイルエージェント1が生成元から経路1に移動し、その経路1のエージェントシステム2"が移動・受信に伴い所定の処理を実行することにより、モバイルエージェント1の経路1の移動回数を0にし、自ノードが有するテーブル2fの資源フラグをOFFにするとともに、タイマ停止することから待ち時間も削除される。そして、モバイルエージェント1の経路1から経路2に移動する際には、そのモバイルエージェント1に格納された経路1に関する経路情報を削除する。なお、ここまでの処理は、上記した第1の実施の形態と同様である。

【0081】次いで、モバイルエージェント1が経路2に到着し、処理実行後に新たに経路3に移動する必要があるとすると、まず、経路3は既存の移動先リストにはないので、図11のステップ64でYes、ステップ65でNoとなるので、ステップ67を実行し、モバイルエージェント1のテーブル1bに経路3に関する経路情報を追加する。このときの予約フラグはOFFとなる。その後、ステップ69を実行し、経路3のエージェントシステム2"に対し、資源予約(再資源予約)を通知する。このとき、待ち時間も併せて通知する。そして、経路3から資源予約可通知が返送されてくると、モバイルエージェント1のテーブル1bに格納された経路3の予約フラグを「ON」にし(ST70、ST71を

実行)、経路3に向けてモバイルエージェントを移動させる(ST72, ST73を実行)。なお、図示の例では、経路2は移動回数が0になっているので、モバイルエージェントの移動に伴い資源解放をすることになる。

【0082】また、資源予約済みの経路リストに追加する方法は、図14に示すように行われる。すなわち、モバイルエージェント1は、経路1→経路2→経路3の順で移動を予定しているものとする。そして、経路1でモバイルエージェントの処理実行後に、新たに経路3から経路2に再度移動することを追加(経路全体では変更)するものとする。また、図示の状態では、モバイルエージェント1は経路1に移動し、そこでモバイルエージェント1の目的処理を実行した状態を示している。

【0083】この場合には、すでに経路2は資源予約されているので、再度資源予約通知をする必要はない。そこで、経路1のエージェントシステム2''は、図11のステップ64でYes, ステップ65でYesとなるので、ステップ66を実行し、モバイルエージェント1のテーブル1bに格納された経路2についての移動回数をn(=1)加算し、移動回数を「2」に更新する。なお、上記の移動経路の変更は、目的処理部1aに書き込まれる。

【0084】図15は、本発明の第3の実施の形態を示している。上記した各実施の形態では、何れもマルチキャストが実装された機器を前提として説明したが、本実施の形態では、マルチキャストが実装されていない機器に対して実現するためのものである。すなわち、例えば第1、第2の実施の形態をユニキャストの機器で実施しようとする、モバイルエージェントの生成元のエージェントシステムの通信負荷が過大になってしまう(もちろん、本発明では、係る第1、第2の実施の形態をユニキャストの機器で実現するものも含まれる)。

【0085】そこで、マルチキャストが実装されていない機器に対して、経路確保機能として図15～図17に示すフローチャートを実施する機能を組み込むことにより、モバイルエージェントの生成元エージェントシステム2'の通信負荷を軽減するようにした。図15は、生成元のエージェントシステム2'の機能であり、図16、図17は、移動先のエージェントシステム2''の機能である。簡単に説明すると、生成元のエージェントシステム2'は、移動先のエージェントシステム2''のうちの1つのエージェントシステム2''のみに資源予約を通知し、各移動先のノードのエージェントシステムは、所定の順にしたがい、共に次の移動先のエージェント2''に対して資源予約通知を行うようにする。さらに、資源予約可否の通知は、予約通知を発してきたエージェントシステム2に対して送るようになる。

【0086】よって、各エージェントシステム2''は、自ノードにのっての資源予約の可否通知とともに、自ノードの後に資源予約通知を受けた下流側のノードからの

資源予約の可否通知も、資源予約通知を送ってきたエージェントシステム2に送るようになる。その結果、生成元のエージェントシステム2'は、選択された1つの移動先のエージェントシステムとのみ送受信することにより、全ての移動先に対する資源予約を実行することができる。これにより、生成元のエージェントシステム2'から発信される資源予約通知が削減されるので、そのエージェントシステム2'の負荷が減少する。もちろん、資源予約可否の通知は、それぞれ生成元のエージェントシステム2'に送るようにしてもよい。

【0087】次に、各機能の具体例を説明すると、生成元のエージェントシステム2'の機能は、図15に示すようになっており、この図15と図4を比較すると明らかのように、ステップ81～ステップ85とステップ11～ステップ15とは同一の文言の処理ステップとなっている。この処理ステップの文言からわかるように、基本的な処理は同じである。但し、ステップ82の予約通知は、移動予定の全てのノード(システムエージェント2'')に送るのではなく、そのうちの1つの移動先のシステムエージェント2''に送るようにする。この送り先は、ランダムに決めても良いし、モバイルエージェント1のテーブル1bに格納された経路リスト(移動先)の順にしたがって(例えば先頭)決めても良い。

【0088】一方、移動先のエージェントシステム2''は、次の移動先がある場合には、図16に示すフローチャートを実行し、自ノードが最後の移動先の場合には図17のフローチャートを実行するようになる。そして、図17に示す最後の移動先の場合には、図5と比較すると明らかのように、そのステップ101～ステップ106と、ステップ21～ステップ26までの対応する各処理が同じである。そして、相違点は、ステップ101で受信する予約通知が、生成元ではなく他の移動先のエージェントシステム2''から送られてくると、ステップ105、ステップ106の予約の可否の応答を、資源予約通知を送ってきたエージェントシステム2''に対して行うことである。よって、各処理ステップの詳細な説明を省略する。

【0089】また、図16に示す中間の移動先のエージェントシステムの場合、まず、資源予約の通知を受けたならば(ST91)、資源予約が可能か否かを判断し、可能な場合には資源予約をする(ST93)。この点では従来と同じである。ここで本形態では、資源予約をした後で、受信した経路情報リストにある次の移動先ノードのエージェントシステム2''に対して、資源予約を通知する(ST94)。そして、資源予約通知を送った下流のエージェントシステム2''から、資源予約可否の通知を受領し、係る他のエージェントシステム2''にて資源が確保できたか否かを判断する(ST95)。

【0090】そして、自ノードと次以降のエージェントシステム2''で資源確保できたならば、タイマを開始し

規定時間のカウントを開始し、資源予約先のノードへ予約可を通知する（ST95, ST96, ST97）。一方、自ノード或いは次以降のエージェントシステム2'で資源確保ができなかった場合には、資源予約通知を送ってきたシステムエージェントに対して資源負荷を通知する（ST98）。従って、全ての移動先に伝達する前にいずれかのノードで資源確保が困難な場合に、それ以降の移動先に対するチェックも行わなくてすむので、その点でも通信処理が簡易化される。

【0091】次に、上記した装置を用いたモバイルエージェントの移動方法の要部である経路確保方法のより具体的な実施の形態を説明する。まず、図18に示すように、生成元のエージェントシステム2'が、モバイルエージェント1を生成したならば、その経路情報の経路先の先頭である経路1に対して資源予約と資源予約先経路情報（この資源予約の問い合わせをする順番についての情報であり、例えば経路リスト順などを用いることができる）を併せて送る（ ）。次いで、経路1では、自己についての資源確保を行い、経路リストの次の順番である経路2に対して、資源予約と資源予約先経路情報を送る（ ）。そして、移動予定のすべの経路1, 2で資源確保ができたならば、その許可情報が経路1から送られてくるので、生成元のエージェントファイルは、モバイルエージェント1を移動先のノードに送る。なお、資源確保のために移動する順番と、実際にモバイルエージェントが移動する順番は必ずしも一致しなくてよい。

【0092】図19～図22は、第4の実施の形態の要部である経路確保機能を示している。上記した各実施の形態では、経路情報確保をするに際し、何れもシステム間通信部2cを用いて情報の送受を行っていたが、本形態では、モバイルエージェントを用いて経路資源確保をするようにした。すなわち、図22に示すように、予約のためのモバイルエージェント（予約エージェント）1'は、移動経路情報と予約確認フラグを持つようにした。そして、生成元のシステムエージェント2'が生成したモバイルエージェント1のテーブル1bに格納された「移動経路情報と予約フラグ（初期値はOFF）」をもとに予約エージェント1'が生成される。そして、この予約エージェント1'を用いた経路確保のための機能は、以下のような。

【0093】まず、モバイルエージェント1の生成元のシステムエージェント2'では、移動使用するモバイルエージェント1が予約の必要なものか否かを判断し（ST111）、予約が必要な場合には、予約エージェント1'を生成するとともに、その予約エージェント1'を所定の移動先に移動する（ST112）。この移動先は、例えば上記した第3の実施の形態（ユニキャスト対応）と同様に、移動経路情報の経路リストに格納された移動先の順に移動するようにすることができる。そのようにした場合、生成元からは経路リストの先頭の移動先

に対して予約エージェント1'を送ることができる。また、生成した予約エージェント1'には、規定時間（待ち時間）情報も格納され、資源予約通知とともに当該時間情報も通知するようになっている。この点（待ち時間通知）は、各実施の形態と同様である。

【0094】次いで、全ての移動先ノードで資源確保できたか否かを判断し（ST113）、確保できた場合には、モバイルエージェントの移動を開始し（ST114）、資源確保できなかった場合には、エラー処理をする（ST115）。なお、ステップ113における判断であるが、後述するように、本形態では、予約エージェント1'は、各ノードで資源確保（資源予約可）ができると、経路リストの順にしたがって全てのノード（エージェントシステム2'）を移動し、最終的に生成元に戻ってくる。一方、どこかのノードで資源確保できない場合には、生成元に対して資源不可通知として戻る。従って、戻ってきた予約エージェント1'の内容を解析することにより判断できる。

【0095】一方、移動先のノードのエージェントシステムは、第3の実施の形態と同様に経路確保の問い合わせ順において移動途中か最終の移動先ノードによって処理機能が異なる。いずれであるかは、自ノードが受信した予約エージェント1'が保有するテーブル（図22参照）の経路リストの最終欄に有るか否かで簡単に判別できる。そして、最終欄に無い場合には、途中の移動先であるので、図20に示すフローチャートを実行することになる。

【0096】すなわち、まず予約エージェントを受信したならば（ST121）、資源確保できるか否かを判断し、可能な場合には資源予約をする（ST122, ST123）。つまり、自ノードのテーブル2fの資源フラグをONにするとともに、待ち時間をセットする。そして、タイマを開始し、セットした待ち時間を計時する。その後、次のノード（予約エージェントの経路リストの次の欄に格納されたノード）へ、予約エージェントを移動する（ST125）。このとき、自ノードに関連付けられた予約フラグはONにする。一方、資源確保ができない場合には、予約エージェント1'を生成元へ移動し、資源負荷通知をする（ST126）。すなわち、このとき送る予約エージェントは、自ノードに対応する予約フラグはOFFのままとなっているので、受信した生成元のエージェントシステム2'は、予約エージェント1'に格納されたテーブルの中で、最初に予約フラグがOFFになっている移動先ノードで資源確保できなかったと判断できる。

【0097】また、最後の移動先ノードの場合には、図21に示すように、基本的には図20に示す中間のノードの処理機能と同じであるが、資源確保が可能な場合の予約エージェントの移動先が生成元である（ST127）点で相違する。そして、このステップ127により

送られた予約エージェント1'は、予約フラグが全てONになっているので、受信した生成元のエージェントシステム2'は資源可であることがわかる。

【0098】次に、上記した装置を用いたモバイルエージェントの移動方法の要部である経路確保方法のより具体的な実施の形態を説明する。まず、図22に示すように、生成元のエージェントシステム2'が、モバイルエージェント1を生成したならば、その経路情報（経路リスト）に基づいて予約エージェント1'を生成し、その予約エージェント1'を経路リストの先頭である経路1に対して移動する（）。次いで、経路1では、自己についての資源確保（資源フラグON）を行い、経路リストの次の順番である経路2に対して、自ノード（経路1）についての予約フラグをONにした予約エージェント1'を送る（）。

【0099】そして、移動予定の全ての経路1, 2で資源確保ができたならば、最終の経路2は生成元のエージェントシステム2'に対して自ノード（経路2）についての予約フラグをONにした予約エージェント1'、つまり、許可通知を送る（）。

【0100】このように、資源確保許可情報が経路2から送られてくると、それを受けた生成元のエージェントファイルは、モバイルエージェント1を最初の移動先のノードに送る（）。なお、資源確保のために予約エージェント1'が移動する順番と、実際にモバイルエージェント1が移動する順番は必ずしも一致しなくてよいのはもちろんである。

【0101】さらに本発明を用いることにより、マルチメディア情報も送信することができる。すなわち、図23に示すように例えば複数のノードを経由して画像をモバイルエージェントにて目的のノードまで送信することを想定する。本形態では、ユニキャスト経路資源確保方法により最適な経路間でマルチメディアデータ帯域を事前に確保し、目的地までのエージェント移動経路を確保する。

【0102】具体的には、モバイルエージェントは、上記各実施の形態と同様に資源予約を必要とする属性を持つ。そして、経路情報としてノード2→ノード3→ノード4の最短経路を利用するという情報を持つ。

【0103】係る前提において、モバイルエージェントの生成元のエージェントシステム2'より、モバイルエージェント1がもつ経路のなかでノード2, ノード3, ノード4の経路情報リストと帯域確保指定時間並びに画像送信のためのノード2上のマルチメディアデータ帯域を確保しておくよう要求する。

【0104】この通知を受けたノード2は、マルチメディアの帯域の確保が可能か否かを判断し、可能であれば帯域を確保し、リストにあるノード3へ資源予約を通知する。ノード3も同様に帯域確保し、完了後ノード4へ資源予約を通知する。このように、各ノードは帯域確保

予約を通知した次ノードが帯域を確保したことを確認すると、受信元へ完了を通知する。

【0105】そして、エージェント生成元に各ノードの帯域確保完了通知が送られてくると、モバイルエージェント1は目的地までの帯域が完全に確保されたことを確認し、確保されたマルチメディアデータ帯域を移動することになる。そして、モバイルエージェント1は、各ノード2, 3を通過する際にノードで確保されていたマルチメディアデータ帯域を解放する（それぞれのノードは移動回数が1回であるので再度移動してこないため）。そして、モバイルエージェント1は目的地であるノード4に到着し、画像の送信を完了すると消滅する。

【0106】

【発明の効果】以上のように、この発明では、予め全ての移動先に対し、資源確保（予約）を要求、通知し、資源確保ができたことを条件にモバイルエージェントの移動を開始するので、モバイルエージェントが生成元を離れたあと、途中で移動できずにそのモバイルエージェントが消滅やロック等を発生することなく所定の移動先に移動することができる確率が高くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るモバイルエージェントの移動方法の好適な一実施の形態を説明する図である。

【図2】本発明に係るモバイルエージェントの移動方法の好適な一実施の形態を説明するフローチャートである。

【図3】本発明に係るエージェントシステムの第1の実施の形態を示す図である。

【図4】第1の実施の形態における生成元のエージェントシステムの経路資源確保機能を示すフローチャートである。

【図5】第1の実施の形態における移動先のエージェントシステムの経路資源確保機能を示すフローチャートである。

【図6】第1の実施の形態における移動先のエージェントシステムの資源解放機能を示すフローチャートである。

【図7】第1の実施の形態における移動先のエージェントシステムの資源解放機能（タイムアウト）を示すフローチャートである。

【図8】第1の実施の形態の装置を用いたモバイルエージェントの移動方法の実施の形態の一部である経路資源確保方法を説明する図である。

【図9】第1の実施の形態の装置を用いたモバイルエージェントの移動方法の実施の形態の一部である資源解放方法を説明する図である。

【図10】第1の実施の形態の装置を用いたモバイルエージェントの移動方法の実施の形態の一部である資源解放方法を説明する図である。

【図 11】本発明に係るエージェントシステムの第 2 の実施の形態における移動先のエージェントシステムの経路変更機能を示すフローチャートの一部である。

【図 12】本発明に係るエージェントシステムの第 2 の実施の形態における移動先のエージェントシステムの経路変更機能を示すフローチャートの一部である。

【図 13】第 2 の実施の形態の装置を用いたモバイルエージェントの移動方法の実施の形態の一部である経路変更方法（新規追加）を説明する図である。

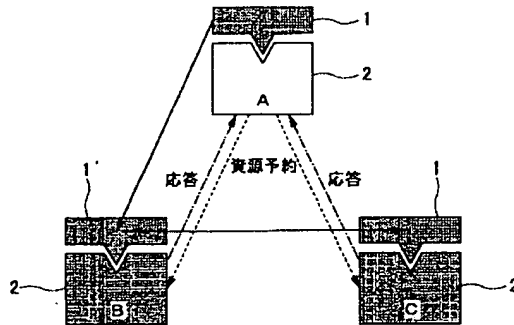
【図 14】第 2 の実施の形態の装置を用いたモバイルエージェントの移動方法の実施の形態の一部である経路変更方法（予約済み経路リストの追加）を説明する図である。

【図 15】本発明に係るエージェントシステムの第 3 の実施の形態における生成元のエージェントシステムの経路資源確保機能を示すフローチャートである。

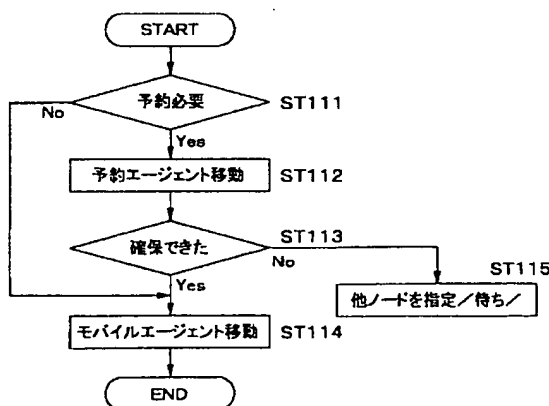
【図 16】第 3 の実施の形態における移動先のエージェントシステムの経路資源確保機能を示すフローチャートである。

【図 17】第 3 の実施の形態における移動先のエージェントシステムの経路資源確保機能を示すフローチャートである。

【図 1】



【図 19】



【図 18】第 3 の実施の形態の装置を用いたモバイルエージェントの移動方法の実施の形態の一部である経路資源確保方法を説明する図である。

【図 19】本発明に係るエージェントシステムの第 4 の実施の形態における生成元のエージェントシステムの経路資源確保機能を示すフローチャートである。

【図 20】第 4 の実施の形態における移動先のエージェントシステムの経路資源確保機能を示すフローチャートである。

【図 21】第 4 の実施の形態における移動先のエージェントシステムの経路資源確保機能を示すフローチャートである。

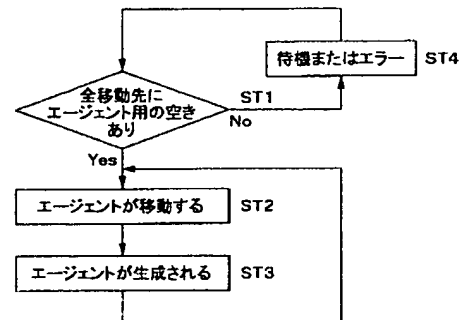
【図 22】第 4 の実施の形態の装置を用いたモバイルエージェントの移動方法の実施の形態の一部である経路資源確保方法を説明する図である。

【図 23】本発明の変形例を示す図である。

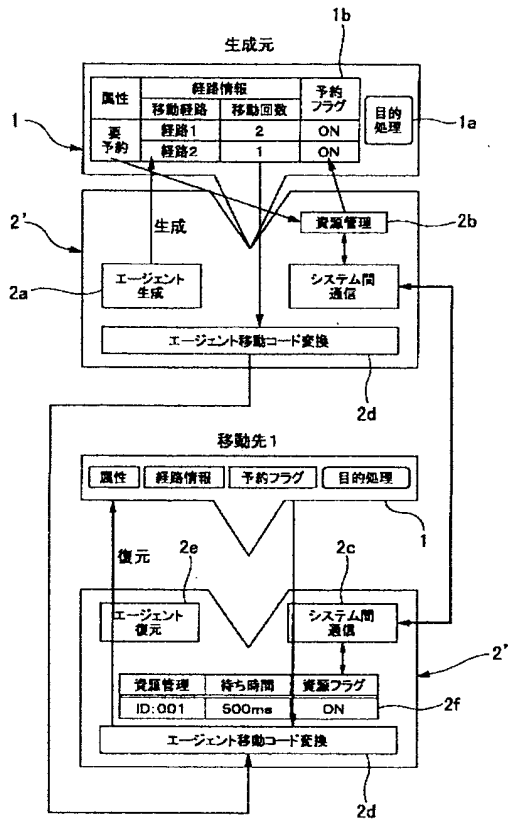
【符号の説明】

- 1 モバイルエージェント
- 1' 予約エージェント
- 2 エージェントシステム
- 2' エージェントシステム（生成元）
- 2'' エージェントシステム（移動先）

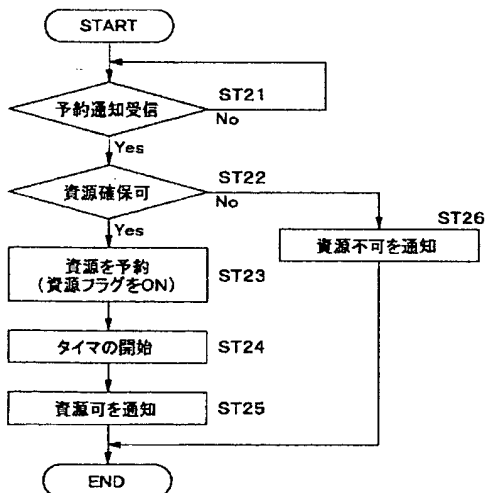
【図 2】



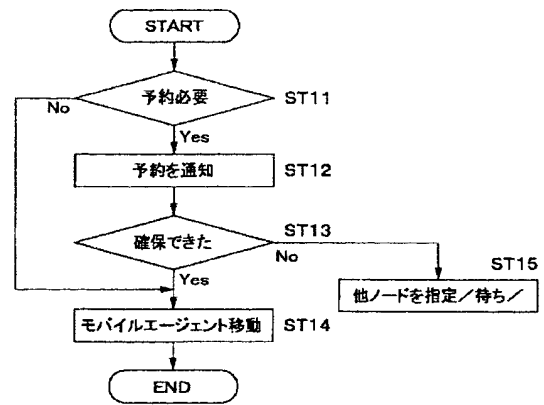
【図3】



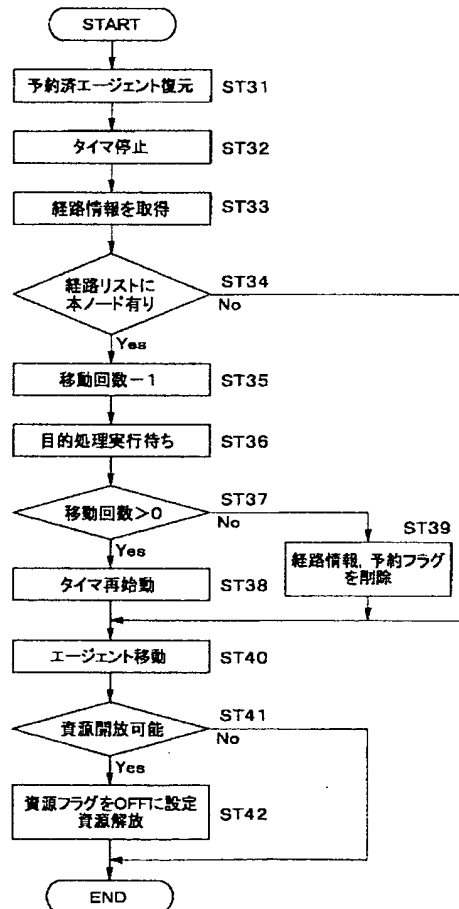
【図5】



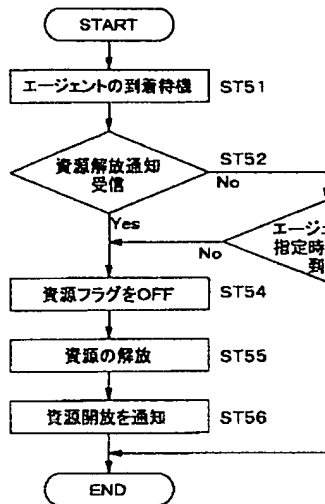
【図4】



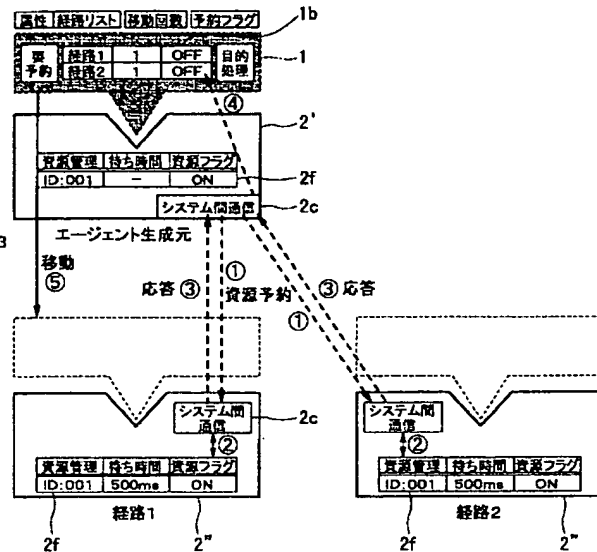
【図6】



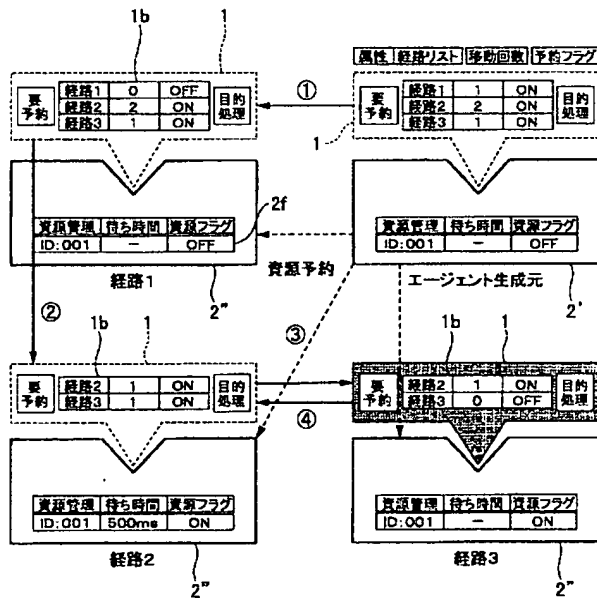
【図 7】



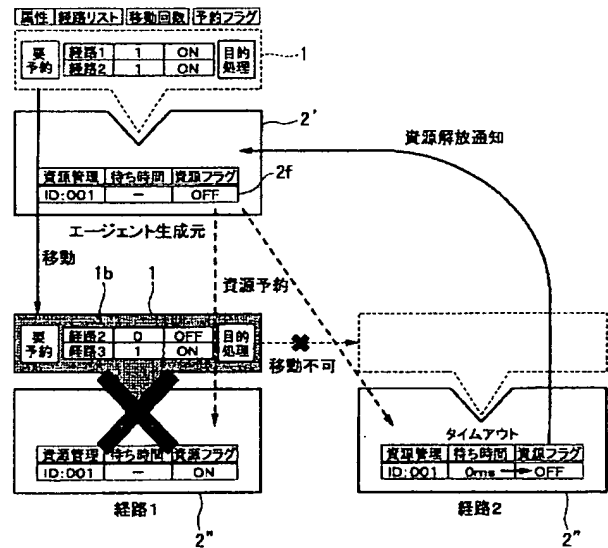
【図 8】



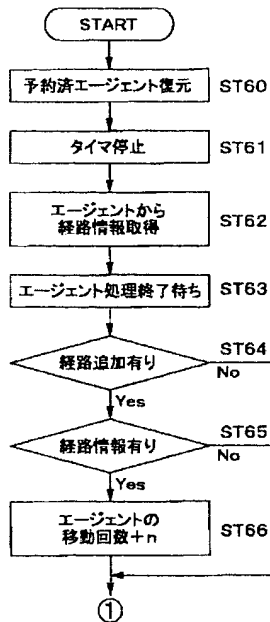
【図 9】



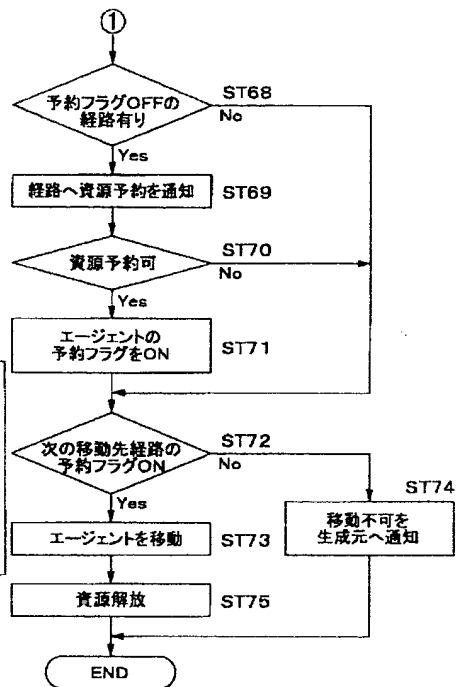
【図 10】



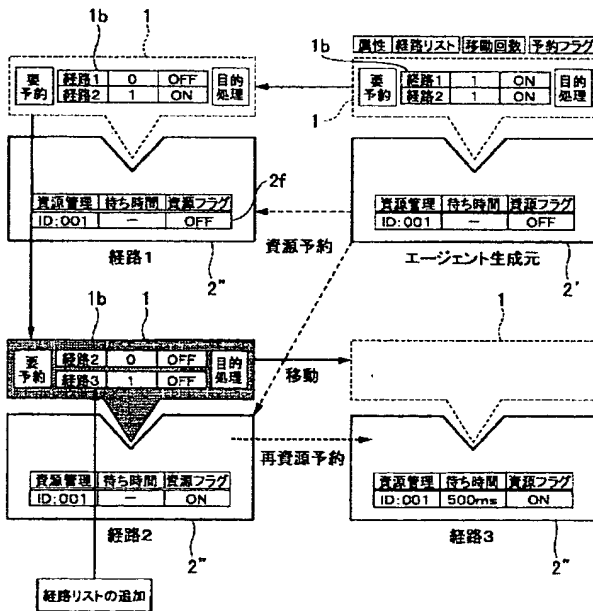
【図11】



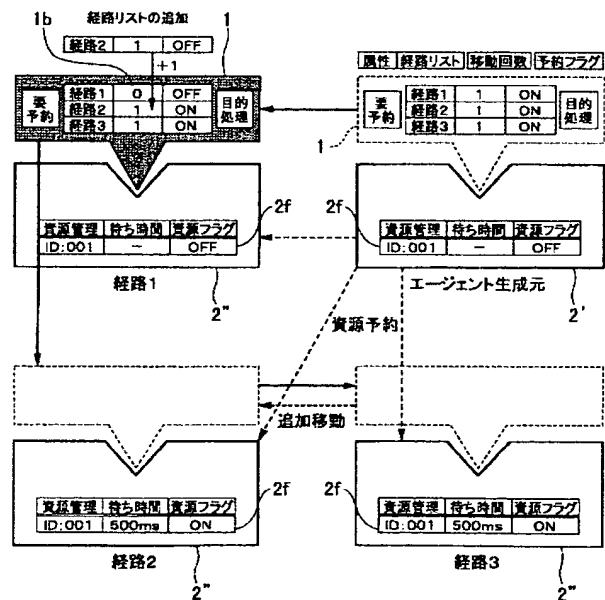
【図12】



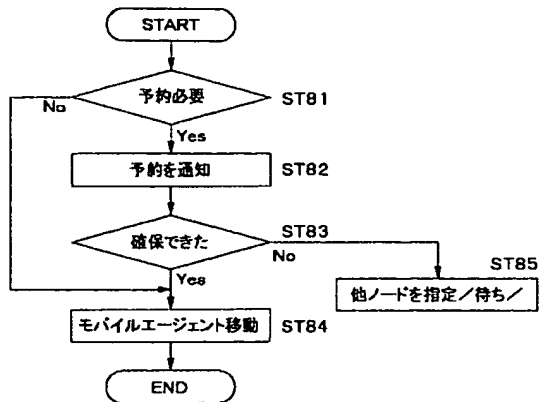
【図13】



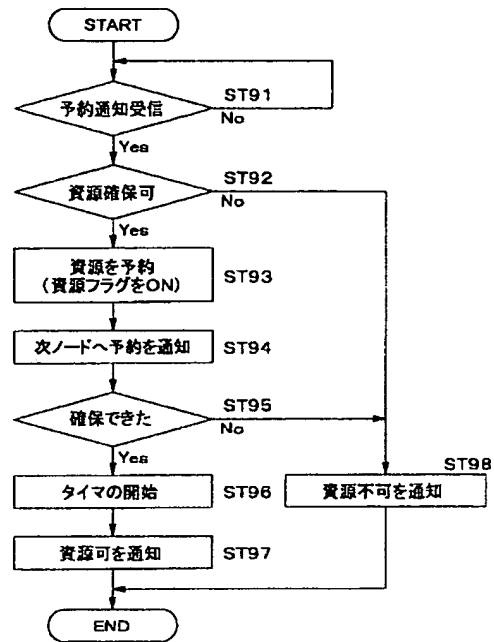
【図14】



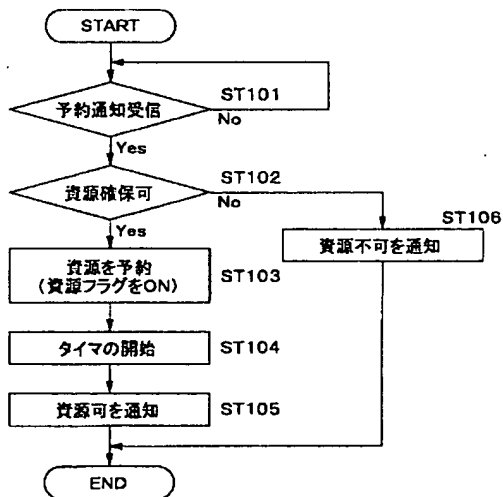
【図15】



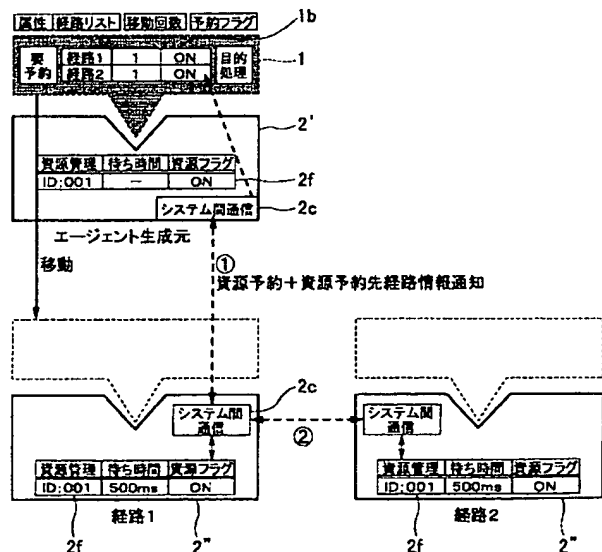
【図16】



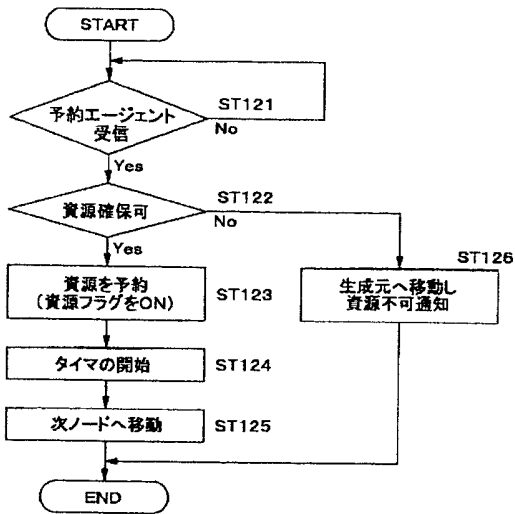
【図17】



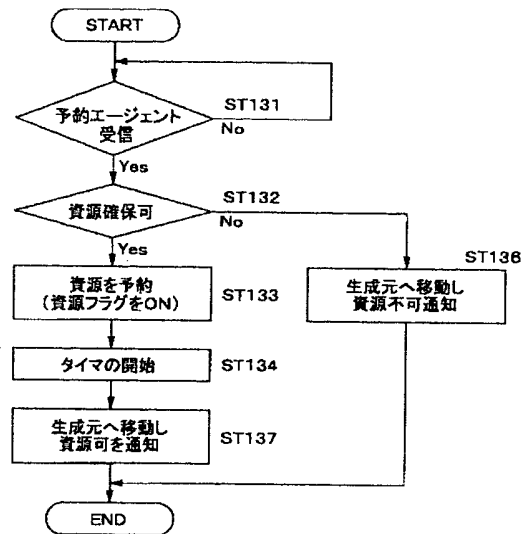
【図18】



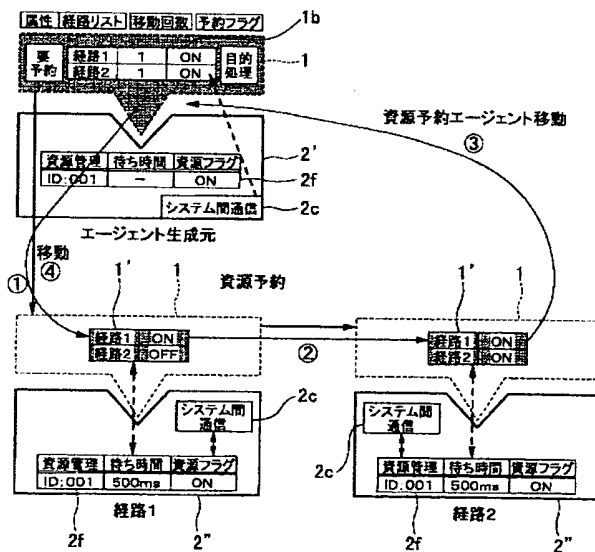
【図20】



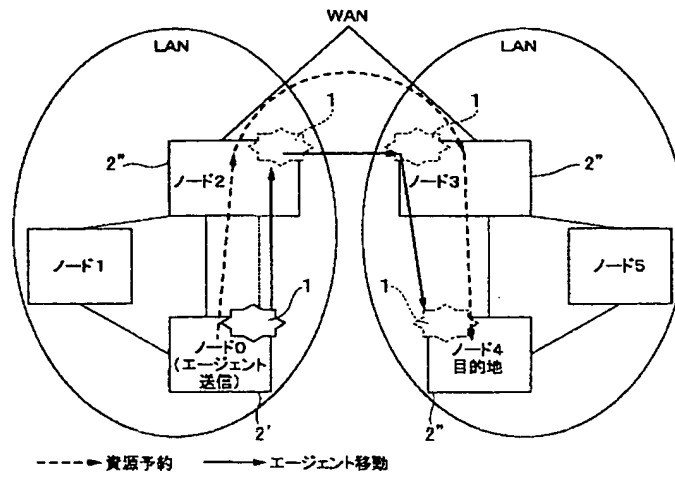
【図21】



【図22】



【図23】



THIS PAGE BLANK (USPTO)